



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 167 320 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
02.01.2002 Bulletin 2002/01

(51) Int Cl.7: **C04B 35/109, C03B 5/237**

(21) Numéro de dépôt: **01401604.2**

(22) Date de dépôt: **18.06.2001**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorité: **20.06.2000 FR 0007831**

(71) Demandeur: **SOCIETE EUROPEENNE DES  
PRODUITS REFRACTAIRES  
F-92400 Courbevoie (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Boussant-Roux, Yves Marcel Léon**  
**84000 Avignon (FR)**  
• **Gaubll, Michel Marc**  
**84000 Avignon (FR)**  
• **Colozzi, Thierry Bruno Jacques**  
**84000 Avignon (FR)**

(74) Mandataire: **Colas, Jean-Pierre et al**  
**Cabinet de Boisse et Colas 37, avenue Franklin**  
**D. Roosevelt**  
**75008 Paris (FR)**

(54) **Produits alumine-zircone-silice fondus et coulés de coût réduit et leurs utilisations**

(57) Produits alumine-zircone-silice fondus et coulés caractérisés par une analyse chimique, en poids, comprenant :

$\text{Al}_2\text{O}_3$  : 45-65%  
 $\text{ZrO}_2$  : 10,0-29,0%  
 $\text{SiO}_2$  : 20,0-24,0%  
 $\text{SiO}_2/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$  : 4,5-8

autres espèces: 0,5-4,0%

Ces produits peuvent être élaborés à partir de rebuts de fabrication ou de matériaux usagés récupérés.

**EP 1 167 320 A1**

## Description

[0001] L'invention concerne notamment des produits AZS (Alumine-Zircone-Silice) moins coûteux que les produits AZS classiques, actuellement disponibles sur le marché et dont les propriétés sont adaptées à des conditions de service non extrêmes telles que celles régnant dans les zones arrières des fours de fusion du verre et/ou dans certaines superstructures de fours. Les produits de l'invention contiennent plus de silice et moins de zircone que les produits AZS classiques utilisés actuellement.

[0002] Les produits fondus et coulés dans un moule (appelés aussi électrofondus) peuvent être obtenus par fusion d'un mélange de matières premières appropriées dans un four à arc électrique ou toute autre technique de fusion adaptée à ces produits. Le liquide fondu est ensuite coulé dans un moule permettant d'obtenir directement des pièces de forme. En général, le produit est ensuite soumis à un cycle de refroidissement contrôlé pour être amené à température ambiante sans fracturation. Cette opération est appelée recuisson par l'homme de l'art.

[0003] Les produits AZS sont connus depuis plusieurs dizaines d'années. Le brevet US-A-2 438 552 décrit un des premiers perfectionnements apportés à ce type de produit. Les auteurs préconisent l'ajout de  $\text{Na}_2\text{O}$  (1-2,2%) et  $\text{MgO}/\text{CaO}$  (0,2-0,8%) pour répondre à des problèmes de faisabilité concernant des produits avec  $\text{Al}_2\text{O}_3$  : 45-70%,  $\text{ZrO}_2$  : 14-40% et  $\text{SiO}_2$  : 9-12%.

[0004] Les produits AZS commercialisés actuellement, tels que l'ER-1681, l'ER-1685 ou l'ER-1711 de la Demande-resse, contiennent de 45 à 50% d' $\text{Al}_2\text{O}_3$ , de 32 à 40% de  $\text{ZrO}_2$ , de 12 à 16% de  $\text{SiO}_2$  et environ 1% de  $\text{Na}_2\text{O}$ .

[0005] Ces produits conviennent parfaitement bien pour la fabrication des fours de verrerie. Les matériaux AZS actuels sont principalement utilisés pour les zones en contact avec le verre fondu ainsi que pour la superstructure des fours verriers. Cependant, les superstructures situées dans le laboratoire de certains fours sont moins sollicitées du point de vue de la résistance à la corrosion.

[0006] Par ailleurs, les zones arrière du four telles que les gaines de brûleurs ou les cerveaux, les murs et les pièces d'empilage des chambres de régénérateurs de chaleur sont des zones qui, n'étant pas en contact avec le verre fondu, sont moins sollicitées du point de vue de la résistance à la corrosion. Les produits AZS actuels ne sont que peu utilisés dans ces zones en raison de leur coût trop élevé.

[0007] Par contre, les matériaux situés dans ces zones du four subissent de fortes variations de température en fonction des cycles d'utilisation des régénérateurs. En effet, pendant le fonctionnement des chambres d'empilage du régénérateur, les gaz chauds qui proviennent du four entrent dans l'empilage par le haut et libèrent leur énergie calorifique. Pendant ce temps, de l'air froid entre en bas d'un autre empilage chauffé au cours du cycle précédent pour sortir chaud en haut de l'empilage d'où il est conduit jusqu'aux brûleurs.

[0008] Il existe donc un besoin pour un matériau réfractaire de coût réduit et présentant des propriétés adaptées à des conditions de fonctionnement moins sollicitantes telles que celles qui règnent dans les zones arrière des fours verriers et/ou dans certaines superstructures de fours moins performants.

[0009] Dans le but de proposer un produit moins cher, nous avons envisagé de réduire le coût des matières premières. Cela peut être réalisé, d'une part, en diminuant le taux de zircone qui est un élément coûteux de la composition et, d'autre part, en utilisant des matières secondaires (rebuts de fabrication ou matériaux usagés récupérés).

[0010] Cette solution attractive conduit cependant à quelques problèmes de faisabilité et de comportement des matériaux en service liés au changement d'analyse chimique des matériaux et à la présence éventuelle d'impuretés à des teneurs élevées pouvant, par exemple, provenir de l'utilisation de produits usagés.

[0011] De manière surprenante, nous avons trouvé un domaine d'analyse chimique permettant d'assurer la faisabilité des pièces ainsi qu'un bon comportement du matériau en service dans les zones précitées des fours verriers.

[0012] Plus particulièrement, l'invention concerne des produits AZS fondus et coulés caractérisés par une analyse chimique, en poids, comprenant :

$\text{Al}_2\text{O}_3$  : 45-65 %  
 $\text{ZrO}_2$  : 10,0-29,0 %  
 $\text{SiO}_2$  : 20,0-24,0 %  
 $\text{SiO}_2/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$  : 4,5-8,0  
autres espèces : 0,5-4,0 %

[0013] Le rapport pondéral  $\text{SiO}_2/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$  est, de préférence, dans la gamme de 6,0 à 7,0.

[0014] La teneur en  $\text{ZrO}_2$  est, de préférence, dans la gamme de 14,0 à 25,0 % en poids.

[0015] La teneur en  $\text{Al}_2\text{O}_3$  est, de préférence, dans la gamme de 50 à 65 % en poids.

[0016] Des produits AZS de l'invention particulièrement préférés présentent l'analyse chimique, en poids, suivante :

$\text{Al}_2\text{O}_3$  : 50-65 %  
 $\text{ZrO}_2$  : 14,0-25,0 %

SiO<sub>2</sub> : > 20,0-24,0 %  
 SiO<sub>2</sub>/(Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) : 6,0-7,0  
 autres espèces : 0,5-4 %

- 5 **[0017]** Les produits AZS de l'invention peuvent être moulés à toutes formes désirées. Des formes préférées sont les blocs et les éléments cruciformes empilables. Les blocs présentent, de préférence, à l'analyse, une teneur en ZrO<sub>2</sub> qui est dans la gamme de 20 à 25 % en poids. De tels blocs sont particulièrement utiles dans les superstructures ou les zones arrière des fours de verrerie.
- 10 **[0018]** Les éléments cruciformes présentent, de préférence, à l'analyse, une teneur en ZrO<sub>2</sub> qui est dans la gamme de 14 à 20 % en poids. De tels éléments sont particulièrement utiles dans les régénérateurs des fours de verrerie.
- [0019]** L'objectif de réduction des coûts est atteint grâce à la diminution du taux de zircone par rapport aux produits actuels. Cependant, la teneur en zircone ne doit pas être trop basse car sinon le produit perd sa cohésion en service. En effet, la zircone est un constituant très réfractaire et qui offre une très bonne résistance chimique à haute température. Dans la pratique, les produits de l'invention contiennent de 10 à 29% de zircone et, de préférence, 14 à 25%.
- 15 **[0020]** Les autres espèces, notamment les impuretés, qui peuvent être présentes en des proportions relativement élevées (jusqu'à 4 % en poids), se retrouvent dans la phase vitreuse constituée principalement de la silice. Pour éviter que leur concentration dans la phase vitreuse ne soit excessivement élevée, ce qui dégraderait les performances du produit, on a trouvé que la proportion de silice doit être d'au moins 20 % en poids et, de préférence, supérieure à 20 % en poids.
- 20 **[0021]** Par ailleurs, le taux de silice est limité par l'application. En effet, les produits contenant plus de 24% de silice supportent mal des cycles thermiques répétés et/ou présentent des propriétés très dégradées à l'application.
- [0022]** La présence d'oxyde de sodium et/ou de potassium dans les produits AZS est usuelle et nécessaire afin de conférer à la phase vitreuse des caractéristiques physiques et chimiques adaptées. Toutefois, pour permettre la faisabilité des pièces et un bon comportement pour l'application envisagée, on a trouvé que le rapport pondéral de la silice à la somme des oxydes de sodium et de potassium devait se situer dans une gamme particulière critique, à savoir entre 4,5 et 8. Pour des raisons de coût, on utilise de préférence l'oxyde de sodium.
- 25 **[0023]** Par ailleurs, les autres espèces, qui sont des impuretés inévitables ou des ajouts volontaires seront présentes en une proportion totale de 0,5 à 4 %. Ces autres espèces comprennent notamment des oxydes de calcium et de magnésium. Contrairement aux enseignements du brevet FR 1 328 880, la présence de fluor n'est pas nécessaire et les produits de l'invention en sont exempts.
- 30 **[0024]** L'alumine constitue le complément à 100 % du total des constituants précités.
- [0025]** Dans l'invention, la diminution du taux de zircone est compensée par l'augmentation de la teneur en silice mais surtout par celle de la teneur en alumine.
- [0026]** Selon un mode de réalisation particulièrement avantageux du point de vue économique, les produits AZS de l'invention sont élaborés à partir de matières premières comprenant une matière secondaire, telle qu'un rebut de fabrication ou un matériau AZS usagé récupéré. On préfère utiliser un matériau AZS usagé récupéré. Cette matière secondaire peut constituer de 20 à 85 % du poids de la charge à fondre, de préférence 40 à 70 %.
- 35 **[0027]** Bien entendu, les produits de l'invention peuvent aussi être élaborés uniquement à partir de matières premières classiques.
- 40 **[0028]** L'invention concerne aussi l'utilisation des produits AZS de l'invention pour la construction de zones arrière de fours verriers telles que les gaines de brûleurs ou les cerveaux, ou des murs des chambres de régénérateurs de chaleur, ainsi que pour la fabrication d'éléments empilables pour régénérateurs de chaleur tels que des éléments de forme cruciforme ou autre.
- [0029]** La description qui va suivre faite en se référant aux exemples réalisés permettra de bien définir le domaine d'analyse chimique de l'invention et de mettre en évidence les avantages des nouveaux produits obtenus.
- 45 **[0030]** Dans ces exemples, on a utilisé comme matière première le produit A, une matière secondaire qui correspond à des produits AZS contenant environ 32% de zircone, 51% d'alumine et 15% de silice. Ces produits (rebuts de fabrication ou produits usagés) sont concassés à une granulométrie inférieure à 20mm pour donner le produit A utilisé dans les exemples de réalisation de l'invention. Les autres matières premières utilisées sont des produits de pureté supérieure à 98%; en particulier, on a utilisé de l'alumine, du sable de zircon, de la fumée de silice, du carbonate de sodium et de la zircone (par exemple la zircone CC10 commercialisée par la Demanderesse). D'autres espèces seront inévitablement présentes à titre d'impuretés, en particulier des oxydes de calcium et de magnésium.
- 50 **[0031]** Les produits ont été obtenus par fusion de la charge des matières premières dans un four de fusion électrique de type Héroult, dans des conditions oxydantes comme décrit dans le brevet français N° 1 205 577, puis par coulée dans un moule et refroidissement contrôlé (recuissou), selon la pratique usuelle.
- 55 **[0032]** Dans les tableaux, le total des pourcentages des constituants mentionnés n'atteint pas 100 %. Le complément à 100 % est constitué d'impuretés diverses.
- [0033]** Le tableau 1 regroupe quelques caractéristiques des produits réalisés au cours de l'étude ainsi que les ren-

dements. Dans ces produits, l'oxyde de métal alcalin était  $\text{Na}_2\text{O}$ .

[0034] On s'est intéressé tout d'abord à la faisabilité des produits selon l'invention. Pour cela, on a observé le rendement qui indique le nombre de pièces bonnes par rapport au nombre total de pièces coulées. Une pièce est jugée bonne si elle ne présente pas de fissuration dite "transversante". De tels défauts peuvent conduire jusqu'au morcellement complet de la pièce. L'homme de l'art considère que, pour ce type de produits, le rendement est acceptable s'il est supérieur à 70%. Les pièces produites étaient des blocs de dimension 300x250x300mm (Type "B" dans le tableau 1) ou bien des éléments empilables de régénérateur de type cruciforme vendues par la Demanderesse (Type "C" dans le tableau 1).

[0035] Nos études, et en particulier les exemples regroupés dans le tableau 2, ont montré que pour résoudre le problème de faisabilité, c'est le rapport silice/oxyde de sodium qui est critique.

Tableau 2

N°	Type	A, % dans la charge	Analyse chimique massique (%)						Rendement %
			$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{ZrO}_2$	$\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{CaO} + \text{MgO}$	$\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$	
38*	B	100	49,2	24,5	18,3	5,3	2,2	3,5	20
39*	C	90	43,6	24,7	23,7	5,6	1,6	4,2	60
37*	C	90	48,5	23,6	20,4	4,6	2,3	4,4	40
27	C	0	55,2	19,8	20,2	4,1	0,3	4,9	85
33	B	0	53,4	20,4	20,9	4,2	0,3	5,0	95
24	B	60	53,0	19,2	21,2	3,9	1,6	5,4	100
32	C	80	48,5	20,3	23,7	4,2	2,0	5,6	85
15	B	53	58,0	15,8	20,9	3,6	1,0	5,8	70
35	B	60	51,0	21,7	22,1	3,7	1,0	6,0	100

[0036] Les exemples montrent que le rendement est correct lorsque le rapport silice sur oxyde de sodium est supérieur à 4,5. Les analyses réalisées sur les produits obtenus lors de nos essais semblent indiquer qu'en deçà de cette limite, la phase vitreuse cristallise sous forme de néphéline. Cette phase cristalline apparaît au détriment de la phase vitreuse. Or, c'est cette phase vitreuse qui permet, grâce à sa plasticité, d'accommoder les contraintes liées au refroidissement du matériau sous gradient thermique et ainsi d'assurer la faisabilité des pièces. L'apparition de cette phase cristallisée ne permet pas d'obtenir un rendement de fabrication acceptable.

[0037] Par ailleurs, les exemples 42\* à 44\* indiquent qu'au delà de 29% en zircon, la faisabilité n'est plus assurée pour les produits, même avec un rapport  $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$  compris entre 4,5 et 8.

[0038] On a étudié aussi le comportement des pièces à haute température. Le test (Test A) est effectué à des températures de l'ordre de celles rencontrées dans les fours de fusion du verre. Les produits ont été portés à 1500°C pendant 48h et on a observé, après refroidissement, une éventuelle dégradation visible du matériau symptomatique d'une transformation interne. Le comportement est jugé "bon" si aucune dégradation (en particulier fissuration, déformation...) n'est visible. Dans le cas contraire, on considère que le comportement est "mauvais" et que le produit ne peut convenir pour l'application visée. Les résultats sont regroupés dans le tableau 3.

Tableau 3

N°	Type	Analyse chimique massique (%)					SiO <sub>2</sub> /Na <sub>2</sub> O	Rendement, %	Test A
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	CaO + MgO			
15	B	58,0	15,8	20,9	3,6	1,0	5,8	70	bon
8	C	58,1	14,2	23,4	3,7	0,2	6,3	100	bon
28	C	51,1	19,8	23,8	3,7	0,8	6,4	75	bon
14	C	57,2	15,2	23,3	3,6	0,2	6,5	100	bon
29	C	52,1	19,8	23,8	3,6	0,3	6,6	85	bon
9	C	56,6	14,2	23,5	3,5	1,4	6,7	100	bon
30	B	51,9	20,3	22,5	3,3	1,6	6,8	70	bon
36	C	50,5	22,5	21,9	3,1	1,5	7,1	95	bon
25	C	52,0	19,4	23,9	3,3	0,7	7,2	100	bon
13	B	61,1	14,9	20,5	2,8	0,3	7,3	100	bon
12	C	57,4	14,3	23,2	3,0	1,4	7,7	100	bon
31*	B	51,6	20,3	23,6	2,9	0,3	8,1	100	mauvais
41*	C	50,6	28,6	17,3	2,1	0,9	8,2	90	mauvais
19*	C	56,1	16,3	23,4	2,7	0,9	8,7	100	mauvais

25

**[0039]** On remarque que, lorsque le rapport SiO<sub>2</sub>/Na<sub>2</sub>O augmente au-delà de 7, une certaine fragilité apparaît mais les produits restent utilisables ; par contre, si le rapport SiO<sub>2</sub>/Na<sub>2</sub>O est supérieur à 8 le comportement devient mauvais. En fait, les analyses montrent qu'au delà de cette limite, il y a formation de mullite au détriment de la phase vitreuse. Or, la plasticité de cette dernière est nécessaire pour que le matériau ne soit pas fragilisé par les fortes variations de température et les changements qui l'accompagnent. Lors d'un chauffage à haute température et/ou en atmosphère alcaline, la phase mullitique va se transformer ce qui sera à l'origine d'une destruction du matériau.

**[0040]** On a également étudié la tenue aux cycles thermiques (Test B). En effet, les pièces utilisées dans les régénérateurs thermiques doivent subir de nombreux cycles. Pour l'essai, on a fait subir aux pièces 50 cycles de 20 minutes entre 1350 et 900°C. On considère que le résultat est " bon " si, à l'issue du test, on n'observe pas de fissures importantes dans le matériau.

40

45

50

55

Tableau 4

N°	Type	Analyse chimique massique (%)					SiO <sub>2</sub> /Na <sub>2</sub> O	Rendement %	Test B
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	CaO + Mg O			
5	C	60,9	13,6	21,1	3,3	0,5	6,4	100	bon
10	C	59,5	14,3	21,4	3,3	1,0	6,5	100	bon
7	C	57,6	13,9	21,9	3,5	1,3	6,3	100	bon
36	C	50,5	22,5	21,9	3,1	1,5	7,1	95	bon
11	C	57,3	14,3	22,8	3,8	1,3	6,0	100	bon
12	C	57,4	14,3	23,2	3,0	1,4	7,7	100	bon
14	C	57,2	15,2	23,3	3,6	0,2	6,5	100	bon
18	C	55,8	16,2	23,3	3,4	1,1	6,9	100	bon
8	C	58,1	14,2	23,4	3,7	0,2	6,3	100	bon
17	C	55,4	16,1	23,4	3,9	1,1	6,0	100	bon
9	C	56,6	14,2	23,5	3,5	1,4	6,7	100	bon
28	C	51,1	19,8	23,8	3,7	0,8	6,4	75	bon
29	C	52,1	19,8	23,8	3,6	0,3	6,6	85	bon
25	C	52,0	19,4	23,9	3,3	0,7	7,2	100	bon
34*	B	49,8	21,4	24,6	3,7	0,2	6,6	100	mauvais
26*	C	48,8	19,4	25,2	3,5	1,6	7,2	100	mauvais
22*	C	51,9	18,4	25,7	3,4	0,2	7,6	100	mauvais

**[0041]** Lorsque le taux de silice augmente, des microfissures peuvent apparaître mais le comportement des pièces reste acceptable.

**[0042]** Par contre, les résultats du tableau 4 montrent que, lorsque le taux de silice est supérieur à 24%, les pièces sont mauvaises, présentant soit une grande fragilité au cyclage soit un comportement aux sollicitations mécaniques insuffisant pour une utilisation en four de verrerie.

**[0043]** En fait, la silice est l'élément de la composition dont le point de fusion est le plus bas ; il faut limiter sa teneur à 24 % pour conserver le caractère réfractaire des produits de l'invention.

On remarque que les produits de l'invention supportent bien les cycles thermiques. On peut penser que ceci est favorisé par l'augmentation de la proportion de corindon dans les pièces obtenues.

**[0044]** On a testé également la résistance à la corrosion en phase vapeur. En effet, même si les produits de l'invention ne sont pas destinés à être utilisés directement au contact du verre fondu, il existe dans les fours de verrerie une atmosphère corrosive due à la volatilisation de certains éléments entrant dans la composition du verre en élaboration. Cette atmosphère corrosive transforme les produits à haute température, la pénétration des éléments agressifs entraînant une modification du matériau et un affaiblissement qui peut se traduire par une destruction en service. Le test est mené à 1300°C pendant 150h dans une atmosphère sodique. Pour comparer les produits on mesure l'épaisseur de la zone transformée.

**[0045]** Les exemples 3, 6, 10, 17, 26, 27 et 31 ont présenté des épaisseurs transformées de 2mm alors que, dans ce même test, le produit actuel ER-1682 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 50,6 %, ZrO<sub>2</sub> : 32,5 %, SiO<sub>2</sub> : 15,6 %, Na<sub>2</sub>O : 1,1 %, et autres : 0,2 %) de la Demanderesse subit une transformation sur 1,5 mm. Ces résultats confirment la possibilité d'utiliser les produits de l'invention dans les zones arrière et/ou en superstructure des fours de verrerie.

Tableau 1

N°	Type	A	Analyse chimique massique (%)					SiO <sub>2</sub> /Na <sub>2</sub> O	Rendement
			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	CaO + MgO		
1	B	30	62,5	10,4	22,2	3,4	1,0	6,5	90
2	B	0	62,7	11,9	21,5	3,2	0,2	6,7	100
3	C	45	62,3	12,7	20,3	2,8	1,3	7,3	100
4	C	52	60,3	13,5	21,0	3,2	1,3	6,6	100
5	C	20	60,9	13,6	21,1	3,3	0,5	6,4	100
6	C	44	60,5	13,7	21,2	3,0	1,0	7,1	100
7	C	52	57,6	13,9	21,9	3,5	1,3	6,3	100
8	C	0	58,1	14,2	23,4	3,7	0,2	6,3	100
9	C	54	56,6	14,2	23,5	3,5	1,4	6,7	100
10	C	44	59,5	14,3	21,4	3,3	1,0	6,5	100
11	C	51	57,3	14,3	22,8	3,8	1,3	6,0	100
12	C	50	57,4	14,3	23,2	3,0	1,4	7,7	100
13	B	0	61,1	14,9	20,5	2,8	0,2	7,3	100
14	C	0	57,2	15,2	23,3	3,6	0,2	6,5	100
15	B	53	58,0	15,8	20,9	3,6	1,0	5,8	70
16	C	61	55,8	15,8	23,5	3,5	1,2	6,7	100
17	C	55	55,4	16,1	23,4	3,9	1,1	6,0	100
18	C	55	55,8	16,2	23,3	3,4	1,1	6,9	100
19*	C	50	56,1	16,3	23,4	2,7	0,9	8,7	100
20	C	51	54,7	17,0	23,6	3,6	0,9	6,6	100
21	C	54	54,5	17,2	23,4	3,4	1,0	6,9	85
22*	C	0	51,9	18,4	25,7	3,4	0,2	7,6	100
23	B	0	56,3	18,6	21,4	3,0	0,2	7,1	100
24	B	60	53,0	19,2	21,2	3,9	1,6	5,4	100
25	C	51	52,0	19,4	23,9	3,3	0,7	7,2	100
26*	C	50	48,8	19,4	25,2	3,5	1,6	7,2	100
27	C	0	55,2	19,8	20,2	4,1	0,2	4,9	85
28	C	70	51,1	19,8	23,8	3,7	0,8	6,4	75
29	C	0	52,1	19,8	23,8	3,6	0,2	6,6	85
30	B	58	51,9	20,3	22,5	3,3	1,6	6,8	70
31*	B	0	51,6	20,3	23,6	2,9	0,2	8,1	100
32	C	80	48,5	20,3	23,7	4,2	2,0	5,6	85
33	B	0	53,4	20,4	20,9	4,2	0,2	5,0	95
34*	B	0	49,8	21,4	24,6	3,7	0,2	6,6	100
35	B	60	51,0	21,7	22,1	3,7	1,0	6,0	100
36	C	85	50,5	22,5	21,9	3,1	1,5	7,1	95
37*	C	90	48,5	23,6	20,4	4,6	2,3	4,4	40
38*	B	100	49,2	24,5	18,3	5,3	2,2	3,5	20
39*	C	90	43,6	24,7	23,7	5,6	1,6	4,2	60
40	B	0	47,1	27,5	21,5	3,4	0,2	6,3	100
41*	C	27	50,6	28,6	17,3	2,1	0,9	8,2	90
42*	B	80	42,1	29,4	22,3	3,6	1,7	6,2	20
43*	B	76	38,7	33,5	22,9	3,3	1,6	6,9	30
44*	B	70	36,2	37,0	22,0	3,2	1,6	6,9	0

\* Exemples en dehors de l'invention

**Revendications**

1. Produits AZS fondus et coulés **caractérisés par** une analyse chimique, en poids, comprenant
  - 5  $\text{Al}_2\text{O}_3$  : 45-65 %  
 $\text{ZrO}_2$  : 10,0-29,0 %  
 $\text{SiO}_2$  : 20,0-24,0 %  
 $\text{SiO}_2/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$  : 4,5-8  
autres espèces: 0,5-4,0 %
- 10 2. Produits AZS fondus et coulés selon la revendication 1 **caractérisés par** une analyse chimique, en poids, comprenant :
  - 15  $\text{Al}_2\text{O}_3$  : 50-65%  
 $\text{ZrO}_2$  : 14-25%  
 $\text{SiO}_2$  : > 20-24%  
 $\text{SiO}_2/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$  : 6-7  
autres espèces: 0,5-4%
- 20 3. Produits AZS fondus et coulés selon la revendication 1 **caractérisés en ce qu'ils** comprennent plus de 20,0 % à 24,0 % en poids de  $\text{SiO}_2$ .
- 25 4. Produits AZS fondus et coulés selon la revendication 1 ou 3, **caractérisés en ce qu'ils** présentent un rapport  $\text{SiO}_2/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$  de 6,0 à 7,0.
- 30 5. Produits AZS fondus et coulés selon l'une quelconque des revendications 1, 3 ou 4, **caractérisés en ce qu'ils** comprennent de 14,0 à 25,0 % de  $\text{ZrO}_2$ .
- 35 6. Produits AZS fondus et coulés selon l'une quelconque des revendications 1, 3, 4 et 5, **caractérisés en ce qu'ils** comprennent de 50 à 65 % d'  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .
- 40 7. Produits AZS fondus et coulés selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisés en ce qu'ils** sont élaborés à partir d'une charge de départ contenant 20 à 85 % en poids de matières secondaires.
- 45 8. Produits AZS fondus et coulés selon la revendication 7, **caractérisés en ce que** les matières secondaires constituent de 40 à 70 % en poids de la charge de départ.
- 50 9. Produits AZS fondus et coulés selon les revendications 7 ou 8, **caractérisés en ce qu'ils** sont sous la forme de blocs et présentent une analyse chimique, en poids, comprenant 20-25% de  $\text{ZrO}_2$ .
- 55 10. Utilisation des blocs de la revendication 9 dans les superstructures ou les zones arrière des fours de verrerie.
11. Produits AZS fondus et coulés selon la revendication 7 ou 8 **caractérisés en ce qu'ils** sont sous la forme d'éléments cruciformes et présentent une analyse chimique, en poids, comprenant 14-20% de  $\text{ZrO}_2$ .
12. Utilisation des éléments cruciformes AZS selon la revendication 11 dans les régénérateurs des fours de verrerie.



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 01 40 1604

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	FR 2 142 624 A (ELECTRO REFRACTAIRE) 2 février 1973 (1973-02-02) * revendication 1 * * page 2, ligne 17 - ligne 30 * -----	1-3,6, 10,12	C04B35/109 C03B5/237
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			C04B C03B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>12 septembre 2001</b>	Examineur <b>Rosenberger, J</b>
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1501 (03.03.92) (REV.02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 01 40 1604

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

12-09-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2142624      A	02-02-1973	FR    2248748 A	16-05-1975
		CA      966656 A	29-04-1975
		DE    2229656 A	11-01-1973
		FR    2142624 B	25-05-1973
		GB    1374643 A	20-11-1974
		IT      960832 B	30-11-1973
		JP    55045835 B	19-11-1980
		US    3777805 A	11-12-1973
<hr/>			

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82